

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П. М. Машерова»

УДК 004.942

№ гос. регистрации 20143086

Инв. № _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ВГУ имени П. М. Машерова

_____ И. М. Прищепа
«__» _____ 2016 г.

О Т Ч Е Т

о научно-исследовательской работе

Компьютерное моделирование реконструированного среднего уха

согласно договору с БРФФИ № Ф14МВ-015 от 23.05.2014 г.

(заключительный)

Руководитель НИР,
канд. физ.-мат. наук

_____ С. А. Ермоченко

Начальник НИС,
к. геол.-минерал. н., доцент

_____ И. А. Красовская

Витебск 2016

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,
зав. кафедрой прикладной
математики и механики,
канд. физ.-мат. наук

(подпись, дата)

С. А. Ермоченко
(введение, разделы 1-2,
подраздел 3.4, раздел 6,
заключение)

Исполнитель НИР,
старший преподаватель
кафедры прикладной
математики и механики

(подпись, дата)

В. В. Новый
(разделы 3-5)

Нормоконтролер

(подпись, дата)

Т. В. Харкевич

РЕФЕРАТ

Отчёт 63 с., 1 ч., 7 рис., 17 источников

РЕКОНСТРУИРОВАННОЕ СРЕДНЕЕ УХО, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ
МОДЕЛЬ, КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ, РАСПРЕДЕЛЁННАЯ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ УЗЕЛ,
УПРАВЛЯЮЩИЙ УЗЕЛ

Объект исследования – колебательная система реконструированного среднего уха (PCY).

Цель исследования – построение математической модели PCY, позволяющей рассчитать напряжённо-деформированное состояние колебательной системы, а также перевод модели в компьютерную, и её расчёт с применением технологии распределённых вычислений.

При проведении исследования при помощи теории тонких изотропных пластин была построена математическая модель PCY, представляющая собой систему нелинейных трансцендентных уравнений, решение которой есть набор параметров, характеризующих напряжённо-деформированное состояние среднего уха.

Результатом работы является впервые построенная распределённая вычислительная система, ориентированная на численный расчёт математической модели PCY для большого числа входных параметров.

Результаты исследования можно использовать специалистами в области оториноларингологии, занимающимися хирургической реконструкцией среднего уха. Также результаты планируется внедрить в учебный процесс ВГУ имени П. М. Машерова в виде учебно-методического пособия по проектированию, разработке, тестированию и эксплуатации распределённых вычислительных систем.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1 Математическая модель	9
1.1 Строение среднего уха в норме	9
1.2 Патологии и реконструкция среднего уха	10
1.3 Основные характеристики реконструированной колебательной системы	11
1.4 Уравнения равновесия реконструированной тимпанальной мембраны	15
1.5 Граничные условия	18
1.5.1 Граничные условия на внутреннем контуре	18
1.5.2 Граничные условия на внешнем контуре	19
1.6 Силы и моменты, действующие на основание протеза	19
1.7 Уравнения равновесия протеза	20
1.8 Уравнения равновесия стремени	22
1.8.1 Влияние связки овального окна	22
1.8.2 Влияние мембраны круглого окна	25
1.9 Геометрические связи	26
2 Компьютерная модель	28
2.1 Анализ математической модели	28
2.2 Оптимизация компьютерной модели	30
3 Распределённая вычислительная система	33
3.1 Анализ объёма передаваемых данных	33
3.2 Функционально-логическая схема распределённой вычислительной системы	37
3.3 Структурно-организационная схема распределённой вычислительной системы	40
3.4 Структура программного обеспечения распределённой вычислительной системы	43
3.4 Тестирование распределённой вычислительной системы	48

4 Проектирование web-интерфейса.....	52
4.1 Создание формы для ввода данных	52
4.2 Визуализация графиков зависимостей параметров модели	54
5 Распределённая подсистема хранения данных	56
6 Перспективы дальнейшего развития исследований и практического использования полученных результатов	59
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	61